

Modélisation de la fermentation alcoolique du cacao par une levure sélectionnée



Contact auteur : • loiseau@cirad.fr
• tél. : +33-04-67-61-57-13

Christelle Kouamé¹, Gérard Loiseau^{*1,2}, Joël Grabulos¹,
Renaud Boulanger¹, Christian Mestres¹

¹ CIRAD, UMR Qualisud, F-34398 Montpellier
² QualiSud, Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier SupAgro, Univ Avignon,
Univ Réunion, Montpellier, France

LE CHOCOLAT EST UN ALIMENT-PLAISIR consommé principalement pour sa qualité aromatique directement liée à celle des fèves de cacao fermentées et séchées utilisées. La fermentation des fèves est une étape clé conduite par une microflore sauvage, mal maîtrisée, elle conduit parfois à des fèves de qualité indésirable. Son bon déroulement dépend de multiples facteurs (figure 1).

Pour maîtriser la qualité des fèves, un modèle mathématique de la fermentation alcoolique a été développé afin de prédire et optimiser le comportement d'une souche de levure (LM) en fonction des paramètres de conduite de la fermentation (inoculum, T°C, pH, PO₂).



Démarche expérimentale

- La croissance de la souche LM (*S. cerevisiae*, Lallemand) a été modélisée en mobilisant le modèle primaire de Rosso (Eq.1) et le gamma concept (Eq.2).
- Les paramètres des modèles, ont été déterminés lors de cultures en milieu liquide synthétique, en faisant varier les paramètres indépendamment.
- Le modèle a été implémenté sous Matlab-Simulink et deux validations mimant les conditions de fermentation naturelles (pH, profil de température, teneur en glucose initiale) ont été réalisées

Equation 1 : $dNt / dt = 0$ si $t \leq \lambda$ $dNt / dt = \mu_{max} Nt (1 - Nt / N_{max})$ si $t \geq \lambda$

Equation 2 : $\mu_{max} = \mu_{opt} \cdot \gamma T^{\circ}C \cdot \gamma pH \cdot \gamma [Gluc] \cdot \gamma [Etoh] \cdot \gamma [Azote] \cdot \gamma PO_2 \cdot \gamma [Acétate]$.

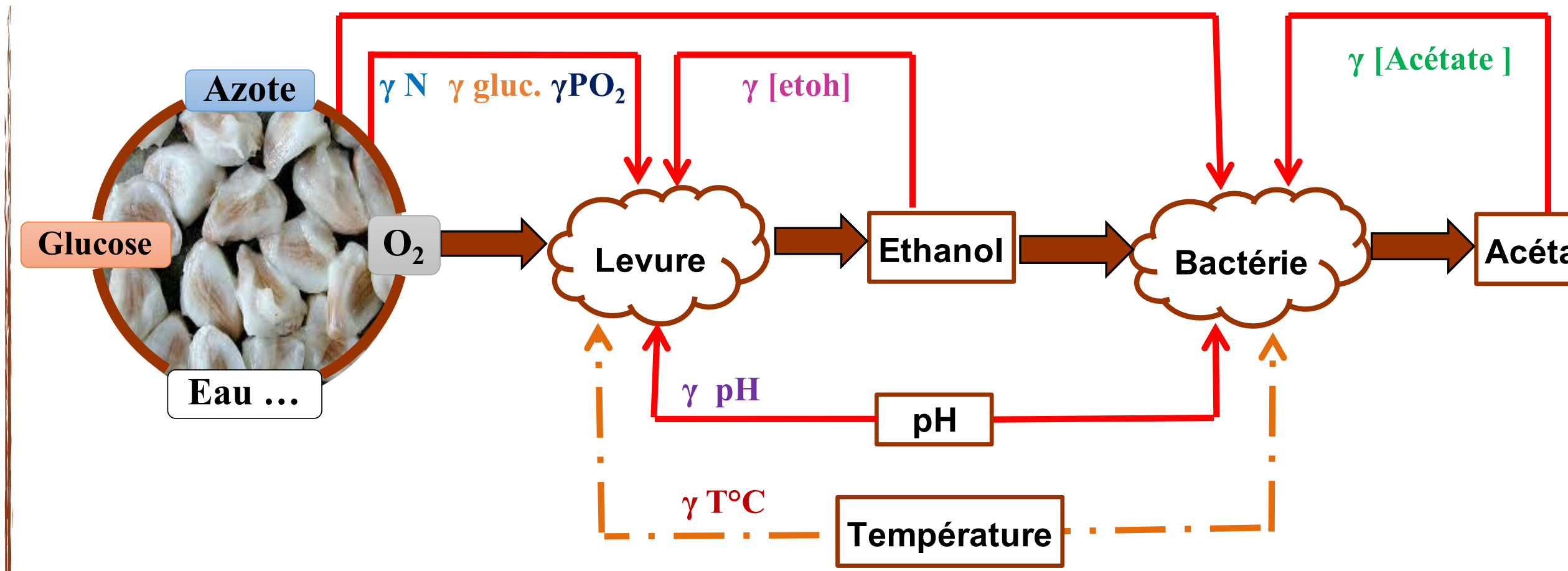
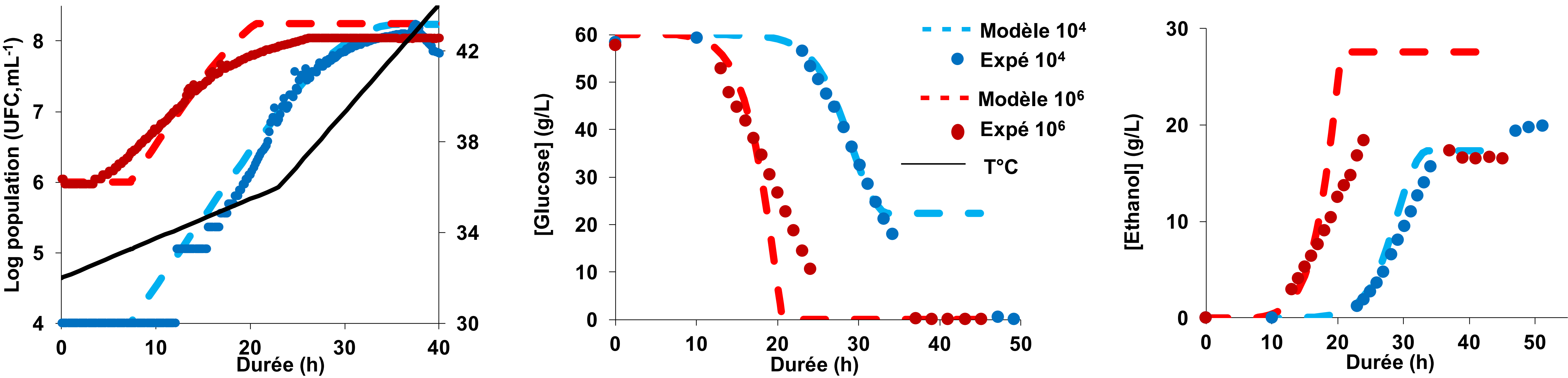


Figure 1. Représentation schématique de la fermentation des fèves



Résultats : modélisation de la croissance de la levure en conditions « réelles »



- Le modèle prédit assez bien la croissance et l'arrêt de croissance de LM, la consommation de glucose et la production d'éthanol.
- Inoculation à 10⁴ UFC.mL⁻¹ : L'élévation de température ($\approx T_{max} : 41^{\circ}C$) stoppe la croissance de la souche LM.
- Inoculation à 10⁶ UFC.mL⁻¹ : L'épuisement du glucose du milieu stoppe la croissance de la souche LM.
- Le modèle explique qu'en fonction de la qualité de la matière première (teneur en glucose), des conditions d'inoculation et de maintien de la température, la qualité du cacao sera variable.

